

## 場所打ち杭の長期許容支持力の統計的考察

名城大学理工学部 正会員 堀内 孝 英  
 名城大学理工学部 学生 ○中村 信義  
 名城大学理工学部 学生 田口 寛 人

## 1. まえがき

筆者らは、昭和57年度土質工学会中部支部名古屋地盤研究委員会（委員長多賀直恒）において広く杭の載荷試験資料を収集し統計的に検討する機会を得た。本報告は、場所打ち杭について載荷試験結果による実測値と支持力算定式による計算値の長期許容支持力について統計的な考察を行い、現行場所打ち杭の支持力算定式の適応性について検討を行、たものである。

## 2. 載荷試験資料の概要

表-1 解析に用いた資料一覧

解析に用いた載荷試験杭の資料は、建設省土木研究所、建設省建築研究所（地盤区分図に関する研究）、日基礎協会および学術雑誌などから収集したもので、これらのうちから降伏荷重や極限荷重が認められているものおよび

| 杭径D   | 工 法 |    |    | 杭 長 (m) |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 先端N値 |       |      |   |   |
|-------|-----|----|----|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-------|------|---|---|
|       | A   | B  | R  | 5~      | 10~ | 15~ | 20~ | 25~ | 30~ | 35~ | 40~ | 45~ | 10~ | 20~ | 30~ | 40~  | 50~   |      |   |   |
| 600mm | 2   | 2  | —  | —       | 2   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —    | —     | 1(1) | — | — |
| 800   | 8   | 7  | 1  | —       | 1   | 2   | 2   | 2   | —   | 1   | —   | —   | —   | —   | —   | —    | 2(1)  | —    | 5 | — |
| 900   | 4   | 3  | —  | 1       | 2   | —   | 1   | 1   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —    | 2     | 1    | 1 | — |
| 1000  | 54  | 32 | 21 | 1       | 9   | 9   | 10  | 6   | 13  | 5   | 1   | —   | 1   | 1   | 3   | 4(2) | 11    | 33   | — | — |
| 1100  | 6   | 4  | 2  | —       | —   | 1   | 1   | 2   | 1   | 1   | —   | —   | —   | —   | —   | —    | —     | 6    | — | — |
| 1200  | 4   | 4  | —  | —       | —   | —   | 1   | 2   | —   | 1   | —   | —   | —   | —   | —   | 1    | 1(1)  | —    | 1 | — |
| 1300  | 2   | 1  | 1  | —       | —   | —   | —   | —   | 1   | 1   | —   | —   | —   | —   | —   | —    | —     | —    | 2 | — |
| 1400  | 2   | 2  | —  | —       | —   | —   | 1   | 1   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —    | —     | —    | 2 | — |
| 1500  | 2   | —  | 2  | —       | —   | —   | 1   | 1   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —    | —     | —    | 2 | — |
| 合 計   | 84  | 55 | 27 | 2       | 13  | 11  | 14  | 15  | 19  | 8   | 3   | 0   | 1   | 1   | 4   | 9(4) | 13(1) | 52   | — | — |

A:ア-スドリル B:バット R:リバースカッション ( ):支持地盤粘土, 以外は砂又は砂礫層

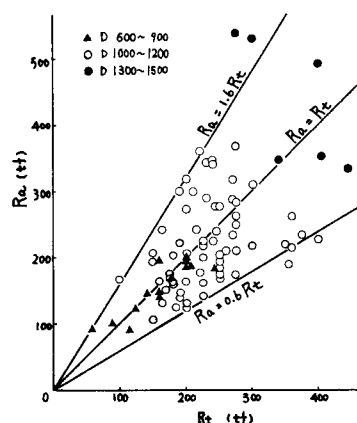
土質柱状図のある資料を抽出した。表-1は、これらの資料を杭径別に施工法、杭先端地盤のN値や土質との関連で整理、分類して示したものである。この表から、載荷試験が実施された杭径、杭長および施工法や杭の支持地盤の状況を大略把握することができる。

3. 実測値 $R_t$ と計算値 $R_a$ との比較検討

図-1は、長期許容支持力の実測値 $R_t$ と計算値 $R_a$ との相関図を示したもので、杭径がパラメータとして描いてある。ここに、場所打ち杭の載荷試験においては極限荷重まで載荷された資料はほとんどないので、ここでは降伏荷重 $Q_3$ の $1/2$ の値をも、て長期許容支持力の実測値 $R_t$ とした。また、場所打ち杭の長期許容支持力を算定する方法としては、建築基礎構造設計規程に示される算定式 $R_a = \frac{1}{3} \{ 15 \bar{N}_A p + (\frac{1}{5} \bar{N}_s L_s + 2 \bar{N}_c L_c) \} \psi - W$ （記号は省略）を用いた。なお、算定に当っては $\bar{N} \leq 50$ 、 $\bar{N}_s \leq 50$ 、 $\bar{N}_c$ は下限を0.5、上限を4.0として算定した。この図から、場所打ち杭の支持力算定式に基づく長期許容支持力値は、実測値に対して1.6倍と0.6倍の間にばらついていることがわかる。

杭の支持力は施工方法や地盤状況および杭径、杭長などの諸条件によ、て変化すると考えられる。したが、て、各杭径について、それぞれ地盤状況、施工方法などの相違による実測値および算定式による長期許容支持力との比 $R_t/R_a$ の関係について検討を行、た。

図-2は、 $R_t/R_a$ の度数分布を、工法をパラメータとして描いて

図-1  $R_t$ と $R_a$ の相関図

ある。なお、同図中には度数分布が正規分布するものとしての分布形および平均値 $\bar{x}$ 、標準偏差 $\sigma$ 、変動係数 $V$ を併記した。この図から、施工法による $R_t/R_a$ の平均値 $\bar{x}$ の差はほとんど認められない。しかし、ベント工法の変動係数 $V$ はアースドリルに比べ大きい。 $\bar{x}$ は各工法とも1.08程度を示し、 $R_t$ と $R_a$ はほぼ一致して算定式の妥当性が認められる。しかし、ベント工法の変動係数 $V$ が大きいことは注目すべきである。

次に図-3は、杭径1000-1200mmについて工法別の度数分布を示したもので、工法をパラメータとして描いてある。なお、図中には $R_t/R_a$ の $\bar{x}$ 、 $\sigma$ 、 $V$ が併記してある。また、その他の杭径については図を省略し、 $\bar{x}$ 、 $\sigma$ 、 $V$ のみを一括して表-2に示した。これらの図および表より、1200mm以下の杭径は、各工法とも現行算定式は安全側すなわち過小設計となっている。特に、杭径900mm以下のアースドリル工法は $R_a$ と $R_t$ がほぼ一致しており $V$ が小さいことは注目すべきである。一方、杭径1300mm以上は件数も少なく信頼性に欠けるが、各工法とも $\bar{x} < 1.0$ で危険側すなわち過大設計となっている。全般的にみて、各工法とも現行算定式の妥当性は認められるが、変動係数は杭径が大きいほど大きい傾向が認められる。

図-4は、杭径1000-1200mmについて先端 $N$ 値50以上の度数分布を示したもので工法をパラメータとして描いてある。なお、同図中には併記していない $\bar{x}$ 、 $\sigma$ 、 $V$ は、その他の杭径について図を省略し統計値のみを一括して示した表-3に併記してある。これらの図および表より、1000-1200mm以外の杭径は件数も少なく信頼性に欠けるが、ここで先端 $N$ 値を $N \geq 50$ と $N < 50$ に区分した実測値と計算値とはほぼ一致していることがわかる。しかし、変動係数は $N < 50$ において大きい傾向が認められる。

#### 4. まとめ

場所打ち杭の載荷試験資料84件について、実測値と計算値の長期許容支持力の比較を行った。その結果、当然のことながら、過去の多くの実績をもとに提案された現行の場所打ち杭の支持力算定式の妥当性が定量的に明らかにされた。しかし、杭径、施工方法、支持地盤状況などにより、実測値と計算値の比率のばらつきの大きいものは、算定式は妥当であるとはいえない。したがって、個々の支持力決定時には、施工方法および地盤条件などを十分に検討する必要があるといえよう。

〈参考文献〉 1) 日本建築学会：建築基礎構造計算規準・同解説、1976

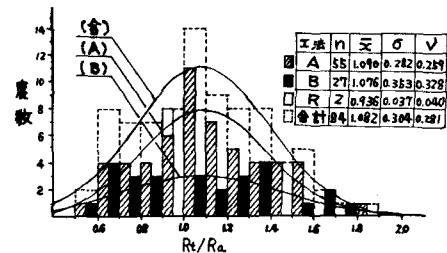


図-2 工法別の $R_t/R_a$ の度数分布図

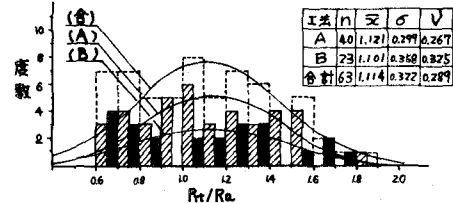


図-3 工法別の $R_t/R_a$ の度数分布図(D1000-1200)

表-2 工法別の $R_t/R_a$ の統計値

| 工法 | D600~900 |         |           |          |       | D1300~1500 |         |           |          |       |
|----|----------|---------|-----------|----------|-------|------------|---------|-----------|----------|-------|
|    | n        | 範囲      | $\bar{x}$ | $\sigma$ | $V$   | n          | 範囲      | $\bar{x}$ | $\sigma$ | $V$   |
| A  | 12       | 0.6~1.4 | 1.040     | 0.176    | 0.169 | 3          | 0.5~1.2 | 0.880     | 0.270    | 0.307 |
| B  | 1        | —       | —         | —        | —     | 3          | 0.5~1.4 | 0.902     | 0.317    | 0.351 |
| 合計 | 13       | 0.6~1.4 | 1.040     | 0.169    | 0.163 | 6          | 0.5~1.4 | 0.891     | 0.295    | 0.331 |

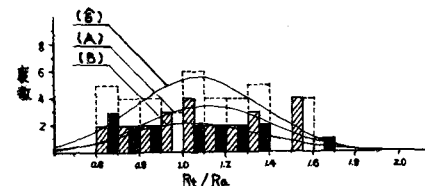


図-4  $N \geq 50$ の $R_t/R_a$ の度数分布図(D1000-1200)

表-3 先端 $N$ 値別の $R_t/R_a$ の統計値

| 先端 $N$ 値    | 工法 | D600~900 |         |           |          |       | D1000~1200 |         |           |          |       |
|-------------|----|----------|---------|-----------|----------|-------|------------|---------|-----------|----------|-------|
|             |    | n        | 範囲      | $\bar{x}$ | $\sigma$ | $V$   | n          | 範囲      | $\bar{x}$ | $\sigma$ | $V$   |
| $N \geq 50$ | A  | 5        | 1.0~1.4 | 1.124     | 0.108    | 0.096 | 24         | 0.6~1.6 | 1.105     | 0.285    | 0.258 |
|             | B  | 0        | —       | —         | —        | —     | 16         | 0.6~1.7 | 1.023     | 0.301    | 0.294 |
|             | 合計 | 5        | 1.0~1.4 | 1.124     | 0.108    | 0.096 | 40         | 0.6~1.7 | 1.072     | 0.294    | 0.274 |
| $N < 50$    | A  | 7        | 0.6~1.3 | 0.981     | 0.191    | 0.195 | 16         | 0.6~1.9 | 1.145     | 0.317    | 0.277 |
|             | B  | 1        | —       | —         | —        | —     | 7          | 0.6~1.8 | 1.281     | 0.409    | 0.319 |
|             | 合計 | 8        | 0.6~1.3 | 0.985     | 0.179    | 0.182 | 23         | 0.6~1.9 | 1.186     | 0.353    | 0.298 |